

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-224297

(43)Date of publication of application : 08.08.2003

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 2002-021126

(71)Applicant : NICHIA CHEM IND LTD

(22)Date of filing : 30.01.2002

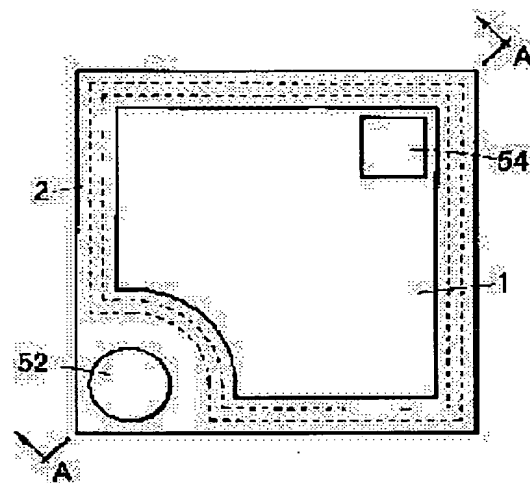
(72)Inventor : SANO MASAHIKO  
SONOBE SHINYA  
SHIOJI SHUJI

## (54) LIGHT EMITTING ELEMENT

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a nitride semiconductor light emitting diode in which the light from an active layer can be efficiently emitted.

SOLUTION: The light emitting element comprises a semiconductor layer and an ohmic electrode brought into ohmic contact with the semiconductor layer so that the ohmic electrode is a translucent ohmic electrode, and a reflecting structure is formed by covering the ohmic electrode with the reflecting layer via a translucent insulating film. In this element, the reflecting layer is formed of one selected from the group consisting of Al, Ag and Rh.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.01.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \*NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] It is the light emitting device characterized by having reflective structure, and constituting the reflective structure in the light emitting device equipped with the ohmic electrode which carries out ohmic contact with a semi-conductor layer and its semi-conductor layer by covering the translucency ohmic electrode of *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. for the above-mentioned ohmic electrode by the reflecting layer through a translucency insulator layer as a translucency ohmic electrode, and the above-mentioned reflecting layer consisting of one chosen from the group which consists of aluminum, Ag, and Rh.

[Claim 2] The light emitting device according to claim 1 by which the above-mentioned translucency ohmic electrode was formed in the p mold contact layer including p mold contact layer which consists of a p mold nitride semi-conductor layer as the above-mentioned semi-conductor layer.

[Claim 3] The above-mentioned insulator layer is a nitride semi-conductor light emitting device according to claim 1 or 2 which consists of SiO<sub>2</sub>.

[Claim 4] The thickness of the above-mentioned insulator layer is the light emitting device of any one publication among claims 1-3 which are 3 micrometers or less.

[Claim 5] The thickness of the above-mentioned reflecting layer is the light emitting device of any one publication among claims 1-4 set as the range of 0.05 micrometers - 1 micrometer.

[Claim 6] The above-mentioned insulator layer is the light emitting device of any one publication among claims 1-5 to which it has opening and the above-mentioned ohmic electrode and the above-mentioned reflecting layer are electrically connected through the opening.

[Claim 7] The light emitting device according to claim 6 by which the pad electrode was formed in the part located on the above-mentioned opening of the front face of the above-mentioned reflecting layer.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a nitride semi-conductor light emitting device.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the light emitting diode (nitride semi-conductor light emitting diode) constituted using the nitride semi-conductor is coming to be widely used mainly as blue light emitting diode. This nitride semi-conductor light emitting diode is constituted by carrying out the laminating of the barrier layer and p mold nitride semi-conductor layer which consist of an n mold nitride semi-conductor layer, InGaN, etc. for example, on silicon on sapphire, forming the ohmic electrode by the side of n on n mold nitride semi-conductor layer which removed a part of barrier layer and p mold nitride semi-conductor layer, and was exposed, and forming the ohmic electrode by the side of p on p mold nitride semi-conductor layer. Moreover, in this nitride semi-conductor light emitting diode, since the resistance of p mold nitride semi-conductor layer is high compared with n mold nitride semi-conductor layer, the ohmic electrode by the side of p is constituted by [ of p mold nitride semi-conductor layer ] forming in the whole surface mostly, so that a current may be efficiently poured into the whole barrier layer.

[0003] In the nitride semi-conductor light emitting diode constituted as mentioned above, the light which emitted light in the barrier layer can also be constituted so that outgoing radiation can be carried out from a substrate side using silicon on sapphire having translucency, the ohmic electrode by the side of p may be made thin and outgoing radiation may be carried out through the ohmic electrode by the side of p which has the translucency as has translucency.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the conventional nitride semi-conductor light emitting diode had the trouble that outgoing radiation of the light which emitted light in the barrier layer could not be carried out outside efficiently. Then, this invention aims at offering the nitride semi-conductor light emitting diode which can carry out outgoing radiation of the light which emitted light in the barrier layer efficiently.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above purpose, the light emitting device concerning this invention In the light emitting device equipped with the ohmic electrode which carries out ohmic contact with a semi-conductor layer and its semi-conductor layer, it has reflective structure. The reflective structure It is constituted by covering the translucency ohmic electrode of *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. for the above-mentioned ohmic electrode by the reflecting layer through a translucency insulator layer as a translucency ohmic electrode, and is characterized by the above-mentioned reflecting layer consisting of one chosen from the group which consists of aluminum, Ag, and Rh. The light emitting device concerning this invention constituted as mentioned above can reflect light, and can make the outgoing radiation of the light carry out towards desired efficiently by the above-mentioned reflecting layer.

[0006] The above-mentioned translucency ohmic electrode could be formed in the p mold contact layer including p mold contact layer which the above-mentioned light emitting device becomes from p mold nitride semi-conductor layer as the above-mentioned semi-conductor layer.

[0007] In order to make a reflection factor high, as for the above-mentioned insulator layer, it is desirable to consist of SiO<sub>2</sub> which is an ingredient with a low refractive index.

[0008] In order that precision may improve the insulator layer pattern NINGU, as for the thickness of the above-mentioned insulator layer, it is desirable that it is 3 micrometers or less.

[0009] As for the thickness of the above-mentioned reflecting layer, it is desirable to have been set as the range of 0.05 micrometers - 1 micrometer.

[0010] The above-mentioned insulator layer has opening, through the opening, it connects electrically and the above-mentioned ohmic electrode and the above-mentioned reflecting layer may be in it. A pad electrode can be formed in the front face of the above-mentioned reflecting layer if it does in this way. In this case, as for the above-mentioned pad electrode, being located on the above-mentioned opening is desirable.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the nitride semi-conductor light emitting device of the gestalt of operation concerning this invention is explained, referring to a drawing. The nitride semi-conductor light emitting device of the gestalt 1 of operation concerning this invention is constituted by carrying out sequential growth of the nitride semi-conductor layer 20 by the side of n, a barrier layer 30, and the nitride semi-conductor layer 40 by the side of p through a buffer layer 11, and forming the electrode by the side of n and p on the substrate 10 which consists of sapphire, as shown in drawing 1 and drawing 2. By the nitride semi-conductor light emitting device of the gestalt of this operation here especially — the nitride semi-conductor layer 40 (p mold contact layer 42) top by the side of p — almost — the whole surface — the p side ohmic electrode 53 of translucency — forming — further — the ohmic electrode 53 top — an

insulator layer 2 — minding — a wrap — like It is characterized by forming the reflecting layer 1 which consists of aluminum or Ag, and makes it possible to raise the reflection factor by the side of p by this, and the ejection effectiveness of the light outputted from a substrate side or a substrate side face is raised. In addition, in the nitride semi-conductor light emitting device of the gestalt of this operation, the electrode by the side of n is formed as usual on the nitride semi-conductor layer 20 (n mold contact layer 21) by the side of n which removed a part of nitride semi-conductor layer 40 by the side of p, and barrier layer 30, and was exposed.

[0012] Hereafter, the configuration and the manufacture approach of a nitride semi-conductor light emitting device of this operation are explained to a detail. [ of a gestalt ] In the gestalt of this operation, the semi-conductor laminated structure of a nitride semi-conductor light emitting device is constituted as follows. Namely, it consists of GaN of the AlGaIn layer 11 which is a low-temperature buffer layer, and Si dope on silicon on sapphire 10. n mold contact layer 21 (about 2 micrometers in for example, thickness) in which n electrode is formed, n mold cladding layer 22 and the InGaIn well layer of a non dope which consist of an n mold AlGaIn are included. (about 30A in for example, thickness) The luminous layer 30 of a single or multiplex quantum well structure, p mold cladding layer 41 which consists of a p mold AlGaIn, and p mold contact layer 42 (about 1200A in for example, thickness) which consists of GaN by which Mg was doped are formed in order.

[0013] Moreover, electrode structure is constituted as follows. In the nitride semi-conductor light emitting device of the gestalt of this operation, the ohmic electrode 51 by the side of n is formed as usual on the nitride semi-conductor layer 20 (n mold contact layer 21) by the side of n which removed a part of nitride semi-conductor layer 40 by the side of p, and barrier layer 30, and was exposed. In addition, in the nitride semi-conductor light emitting device of the gestalt of this operation, as shown in drawing 1, in one corner of a rectangular nitride semi-conductor light emitting device, in a sector, etching removes the nitride semi-conductor layer 40 and barrier layer 30 by the side of p so that the front face of n mold contact layer 21 may be exposed, the ohmic electrode 51 by the side of n is formed in the front face of the exposed n mold contact layer 21, and the pad electrode 52 is formed on it. Moreover, the ohmic electrode 51 by the side of n can acquire n mold contact layer 21 which consists of a nitride semi-conductor of n mold, and good ohmic contact by constituting from two-layer [ of Ti layer with a thickness of 100A and aluminum layer with a thickness of 5000A ]. Moreover, in the ohmic electrode 51 by the side of n, it can replace with Ti layer and W layers can also be formed.

[0014] the nitride semi-conductor light emitting device of the gestalt of this operation — setting — the ohmic electrode 53 by the side of p — p mold contact layer 42 — it is formed so that it may have translucency on the whole surface mostly. It can constitute from two-layer [ of nickel layer with a thickness of 100A and Au layer with a thickness of 100A ], and by constituting in this way, p mold contact layer 42 and ohmic contact are possible, and the ohmic electrode 53 by the side of this p can form the ohmic electrode 53 by the side of p which has translucency. Moreover, p mold contact layer 42 and ohmic contact are possible, and a nickel-Pt electrode besides an above-mentioned nickel-Au electrode and a Co-Au electrode can also be used as an ohmic electrode 53 by the side of p which has translucency.

[0015] Moreover, the translucency insulator layer 2 is formed so that the whole nitride semi-conductor light emitting device may be covered, it has opening 2a on the ohmic electrode 51 by the side of n, and has opening 2b on the ohmic electrode 51 by the side of n, and the ohmic electrode 53 by the side of p in the corner which makes a vertical angle. This translucency insulator layer 2 can be characterized by the transparent thing to luminescence wavelength at least, for example, can constitute it from SiO<sub>2</sub>, aluminum 2O<sub>3</sub>, SiN and TiO<sub>2</sub>, and ZrO<sub>2</sub> grade. Moreover, especially desirable things are SiO<sub>2</sub> and TiO<sub>2</sub> as an ingredient of this translucency insulator layer 2, and this is because a reflection factor can be made high also especially in the ingredient which carried out [ above-mentioned ] instantiation. The further most desirable thing is SiO<sub>2</sub>. This reason is that it can make dependability high since it excels in that a reflection factor is not only made most highly but stability. Moreover, it can be desirable to set it as the range of 3 micrometers or less more than luminescence wavelength, it can become easy by being able to realize reflection high on a boundary with a reflecting layer, and making it 3 micrometers or less by carrying out to more than luminescence wavelength, to form a translucency insulator layer by lift off, and the thickness of the translucency insulator layer 2 can raise the yield.

[0016] Furthermore, in the nitride semi-conductor light emitting device of this operation gestalt, a reflecting layer 1 consists of aluminum, Ag, or Rh, and it is formed so that the ohmic electrode 53 by the side of p may be covered through the translucency insulator layer 2. Here, the reflecting layer 1 is electrically connected with the ohmic electrode 53 by the side of p in opening 2b. As for the thickness of a reflecting layer 1, it is desirable to set it as the range of 0.05 micrometers — 1 micrometer, and it sets it as the range of 0.1 micrometers — 0.3 micrometers more preferably. A manufacturing cost becomes high, although change has the thickness of a reflecting layer 1 neither in 0.3 nor the effectiveness about reflection even if it becomes thicker than 1 micrometer. Moreover, it is because a reflection factor will become low if the thickness of a reflecting layer 1 is thinner than 0.05 micrometers, and a better reflection property is obtained with it being 0.1 micrometers or more.

[0017] Moreover, the pad electrode 52 by the side of n and the pad electrode 54 by the side of p can consist of common ingredients by having formed for example, nickel layer in the thickness of 1000A upwards, and forming Au layer in the thickness of 6000A. Here, the pad electrode 52 by the side of n is formed in right above [ of the ohmic electrode 51 by the side of n ] so that it may flow electrically with the ohmic electrode 51 by the side of n through opening 2a, and the pad electrode 54 by the side of p is formed so that it may be located in the front face of the reflective film 1 on opening 2b.

[0018] Since the high reflective structure of a reflection factor is constituted by the translucency ohmic electrode 53, the translucency insulator layer 2, and the reflecting layer 1 so that it may mention later, the nitride semi-conductor light emitting device constituted as mentioned above can take out light efficiently in the directions of desired, such as a substrate side or a side face of a light emitting device, for example.

[0019] Next, the manufacture approach of the nitride semi-conductor light emitting device of the gestalt this operation is explained.

By the step 1. book approach, first, on silicon on sapphire (sapphire wafer) 10, the low-temperature buffer layer 11 and n mold contact layer 21 which consist of a nitride semi-conductor, respectively, n mold cladding layer 22, a luminous layer 30, p mold cladding layer 41, and p mold contact layer 42 are formed in order, and a mask 55 is formed except for the part

into which the front face of n mold contact layer 21 is exposed for every component ( drawing 3 ).

A mask 55 is removed after exposing the front face of n mold contact layer 21 for every component by removing step 2., next the part in which the mask 55 is not formed by etching to the middle of n mold contact layer 21 ( drawing 4 ) ( drawing 5 ).

[0020] step 3., next the ohmic electrode 53 by the side of p which carries out ohmic contact with the ( drawing 7 and drawing 8 ) p mold contact layer 42 by forming electrode layer 53a which consists of two-layer [ of nickel layer with a thickness of 100Å and Au layer with a thickness of 100Å ] ( drawing 6 ), and carrying out pattern NINGU by etching using a mask 56 — the p mold each contact layer 42 top — it forms in the whole surface mostly.

The ohmic electrode 51 by the side of n is formed in the front face of step 4. and n mold contact layer 21 exposed corresponding to each component, respectively ( drawing 9 ), and the translucency insulator layer 2 which consists of SiO<sub>2</sub> so that each whole component may be covered is formed ( drawing 10 ).

[0021] In step 5., next the translucency insulator layer 2, opening 2a is formed on the ohmic electrode 51 by the side of n, opening 2b is formed in the corner which makes the ohmic electrode 51 and vertical angle by the side of n of each component, and the wrap reflecting layer 1 is formed for the ohmic electrode 53 by the side of p through the translucency insulator layer 2 so that it may connect with the ohmic electrode 53 by the side of p in opening 2b ( drawing 11 ).

When step 6., next nickel layer are formed in the thickness of 1000Å, and Au layer is formed in the thickness of 6000Å and carries out pattern NINGU on it, the pad electrode 52 by the side of n forms the pad electrode 54 by the side of p so that it may be located in the front face of the reflective film 1 on opening 2b, so that it may flow electrically with the ohmic electrode 51 by the side of n through opening 2a. The nitride semi-conductor light emitting device which has the reflective structure where the laminating of the ohmic electrode 53, the translucency insulator layer 2, and reflecting layer 2 of translucency was carried out to the p side as mentioned above is producible.

[0022] Since the nitride semi-conductor light emitting device of the gestalt of the operation constituted as mentioned above has the reflective structure constituted as mentioned above, for example in case it outputs light from a substrate side, it is taken out, and can make effectiveness high. Drawing 13 is a graph which shows the wavelength dependency of the reflection property of the reflective structure concerning this invention. In drawing 13, each of L1-L3 can be set in the reflective structure concerning this invention. The reflection property in the interface of SiO<sub>2</sub> film and the reflective film is shown, and L1 is the reflection property of the reflective structure R1 constituted using aluminum as a reflecting layer. L2 is the reflection property of the reflective structure R2 constituted using Ag as a reflecting layer, and L3 is the reflection property of the reflective structure R3 constituted using Rh as a reflecting layer. Moreover, L4 of drawing 13 is shown for a comparison, and the reflection factor in the interface of the p mold nitride semi-conductor layer and the ohmic electrode in the conventional electrode structure constituted by forming only the ohmic electrode which consists of conventional nickel/Au on p mold nitride semi-conductor layer is shown.

[0023] The result shown in drawing 13 shows the following thing. As shown [ 1st ] in drawing 13, since a reflection factor can do reflective structure concerning this invention highly as compared with the electrode structure of the conventional example, with a wavelength of about 350nm - 530nm in between, it is suitable especially as reflective structure in the light emitting diode which can emit light in a blue light from the yellow with comparatively short wavelength constituted using the nitride semi-conductor. As shown in drawing 13, moreover, the reflective structure R1 concerning this invention constituted using aluminum as a reflecting layer Since a reflection factor can be made high with a wavelength of about 350nm - 430nm in between as compared with the reflective structures R2 and R3 concerning this invention using Ag and Rh as a reflecting layer As reflective structure of the light emitting diode which is constituted using a nitride semi-conductor and emits light in the light of ultraviolet radiation with short reliance wavelength - blue, it is especially suitable. Furthermore, since the reflective structure R2 concerning this invention constituted using Ag as a reflecting layer can make a reflection factor high on the wavelength of about 430nm or more as compared with the reflective structures R1 and R3 concerning this invention which used aluminum and Rh as a reflecting layer as shown in drawing 13, it is especially suitable as reflective structure of the light emitting diode which emits light in the light of blue - yellow.

[0024] Moreover, the reflection property when changing the incident angle of light to drawing 14 - drawing 16 in the reflective structures R1, R2, and R3, respectively is shown. L11, L21, and L31 in drawing 14 - drawing 16 are a reflection property at the time of 20 incident angles here, L12, L22, and L32 in drawing 14 - drawing 16 are a reflection property at the time of 40 incident angles, and L13, L23, and L33 in drawing 14 - drawing 16 are a reflection property at the time of 60 incident angles. Moreover, drawing 17 shows each reflection property of \*\*, when the incident angle in the conventional electrode structure is 20 degrees (L41), an incident angle is 40 degrees (L42), and an incident angle is 60 degrees (L43). Drawing 14 - drawing 16 show hardly depending for the reflective structure concerning this invention on an incident angle. Here, in this examination, the thickness of the p side ohmic electrode set to 0.02 micrometers, the thickness of SiO<sub>2</sub> film 2 set to 0.5 micrometers, and the thickness of a reflecting layer 1 could be 0.2 micrometers.

[0025]

[Effect of the Invention] As explained to the detail, as mentioned above, the light emitting device concerning this invention In the light emitting device equipped with the ohmic electrode which carries out ohmic contact with a semi-conductor layer and its semi-conductor layer Since it has the reflective structure constituted by covering by the reflecting layer through a translucency insulator layer on the above-mentioned translucency ohmic electrode and the reflecting layer is constituted by one chosen from the group which consists of aluminum, Ag, and Rh Light can be reflected by the above-mentioned reflecting layer, the outgoing radiation of the light can be made to carry out towards desired efficiently, and the outgoing radiation of the light which emitted light can be carried out efficiently.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the top view showing the configuration of the nitride semi-conductor light emitting device of the gestalt of operation concerning this invention.

[Drawing 2] It is a sectional view about the A-A' line of drawing 1 .

[Drawing 3] It is a sectional view before etching to which the front face of n mold contact layer 21 is exposed in the manufacture approach of the gestalt operation.

[Drawing 4] It is a sectional view after etching to which the front face of n mold contact layer 21 is exposed in the manufacture approach of the gestalt operation.

[Drawing 5] It is the sectional view after removing a mask 55 after etching of drawing 4 .

[Drawing 6] It is the sectional view after forming electrode layer 53a for forming the p side ohmic electrode.

[Drawing 7] It is the sectional view after forming a mask 56 on electrode layer 53a.

[Drawing 8] it is the sectional view after etching using a mask 56 (the ohmic electrode 53 by the side of p — after [ on the p mold each contact layer 42 ] forming in the whole surface mostly).

[Drawing 9] It is the sectional view after forming the ohmic electrode 51 by the side of n in the front face of n mold contact layer 21.

[Drawing 10] It is the sectional view after forming the translucency insulator layer 2 which consists of SiO<sub>2</sub> so that each whole component may be covered.

[Drawing 11] It is the sectional view after forming a reflecting layer 1.

[Drawing 12] It is the sectional view after forming the pad electrode 52 by the side of n, and the pad electrode 54 by the side of p.

[Drawing 13] It is the graph which shows the wavelength dependency of the reflection property of the reflective structure concerning this invention.

[Drawing 14] In the reflective structure R1 concerning this invention, it is the graph which shows the reflection property when changing the incident angle of light.

[Drawing 15] In the reflective structure R2 concerning this invention, it is the graph which shows the reflection property when changing the incident angle of light.

[Drawing 16] In the reflective structure R3 concerning this invention, it is the graph which shows the reflection property when changing the incident angle of light.

[Drawing 17] It is the graph which shows the reflection property in the conventional electrode structure.

## [Description of Notations]

- 1 — Reflecting layer,
- 2 — Insulator layer,
- 2a — Opening, 2b — Opening,
- 10 — Substrate,
- 11 — Buffer layer
- 20 — Nitride semi-conductor layer by the side of n,
- 21 — n mold contact layer,
- 22 — n mold cladding layer,
- 30 — Barrier layer,
- 40 — Nitride semi-conductor layer by the side of p,
- 41 — p mold cladding layer,
- 42 — p mold contact layer,
- 51 — Ohmic electrode by the side of n,
- 52 54 — Pad electrode
- 53 — The p side ohmic electrode,
- 53a — Electrode layer,
- 55 56 — Mask.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-224297

(P2003-224297A)

(43) 公開日 平成15年8月8日 (2003.8.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

テームコード<sup>\*</sup> (参考)

C 5 F 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-21126 (P2002-21126)

(22) 出願日 平成14年1月30日 (2002.1.30)

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 佐野 雅彦

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化

学工業株式会社内

(72) 発明者 園部 真也

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化

学工業株式会社内

(74) 代理人 100074354

弁理士 豊栖 康弘 (外1名)

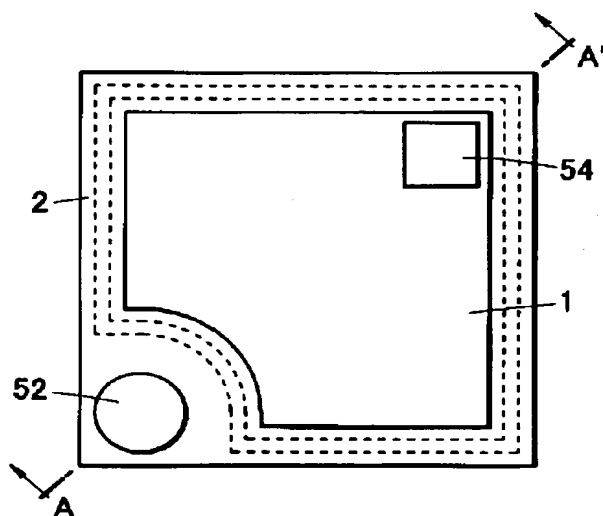
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光素子

(57) 【要約】

【課題】 本発明は活性層において発光した光を効率よく出射できる窒化物半導体発光ダイオードを提供する。

【解決手段】 半導体層とその半導体層とオーミック接触するオーミック電極とを備えた発光素子において、オーミック電極を透光性オーミック電極とし、その透光性オーミック電極を透光性絶縁膜を介して反射層により覆うことにより反射構造を構成し、その反射層はA1、Ag及びRhからなる群から選択された1つで形成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体層とその半導体層とオーミック接触するオーミック電極とを備えた発光素子において、反射構造を備え、その反射構造は、上記オーミック電極を透光性オーミック電極としその透光性オーミック電極を透光性絶縁膜を介して反射層により覆うことにより構成され、かつ上記反射層はA1、Ag及びRhからなる群から選択された1つからなることを特徴とする発光素子。

【請求項2】 上記半導体層としてp型窒化物半導体層からなるp型コンタクト層を含み、そのp型コンタクト層に上記透光性オーミック電極が形成された請求項1記載の発光素子。

【請求項3】 上記絶縁膜はSiO<sub>2</sub>からなる請求項1又は2記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項4】 上記絶縁膜の膜厚は、3μm以下である請求項1～3のうちのいずれか1つに記載の発光素子。

【請求項5】 上記反射層の膜厚は、0.05μm～1μmの範囲に設定された請求項1～4のうちのいずれか1つに記載の発光素子。

【請求項6】 上記絶縁膜は開口部を有し、その開口部を介して上記オーミック電極と上記反射層とが電氣的に接続されている請求項1～5のうちのいずれか1つに記載の発光素子。

【請求項7】 上記反射層の表面の上記開口部の上に位置する部分にパッド電極が形成された請求項6記載の発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は窒化物半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、窒化物半導体を用いて構成された発光ダイオード（窒化物半導体発光ダイオード）が、主として青色発光ダイオードとして広く用いられるようになってきている。この窒化物半導体発光ダイオードは、例えば、サファイア基板上にn型窒化物半導体層、InGa<sub>N</sub>などからなる活性層及びp型窒化物半導体層を積層して、活性層及びp型窒化物半導体層の一部を除去して露出させたn型窒化物半導体層の上にn側のオーミック電極を形成し、p型窒化物半導体層の上にp側のオーミック電極を形成することにより構成されている。また、この窒化物半導体発光ダイオードにおいては、n型窒化物半導体層に比べてp型窒化物半導体層の抵抗値が高いために、p側のオーミック電極はp型窒化物半導体層のはば全面に形成することにより電流を効率良く活性層全体に注入するように構成されている。

【0003】 以上のように構成された窒化物半導体発光ダイオードにおいて、活性層において発光した光はサファイア基板が透光性を有することを利用して基板側から

出射させることもできるし、p側のオーミック電極を薄くして透光性を有するようにしてその透光性を有するp側のオーミック電極を介して出射させるように構成することもできる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の窒化物半導体発光ダイオードは活性層において発光した光を効率よく外部に出射することができないという問題点があった。そこで、本発明は活性層において発光した光を効率よく出射できる窒化物半導体発光ダイオードを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 以上の目的を達成するために、本発明に係る発光素子は、半導体層とその半導体層とオーミック接触するオーミック電極とを備えた発光素子において、反射構造を備え、その反射構造は、上記オーミック電極を透光性オーミック電極としその透光性オーミック電極を透光性絶縁膜を介して反射層により覆うことにより構成され、かつ上記反射層はA1、Ag及びRhからなる群から選択された1つからなることを特徴とする。以上のように構成された本発明に係る発光素子は、上記反射層によって光を反射させて、所望の方向に光を効率よく出射させることができる。

【0006】 上記発光素子は、上記半導体層としてp型窒化物半導体層からなるp型コンタクト層を含み、そのp型コンタクト層に上記透光性オーミック電極が形成されたものでもよい。

【0007】 上記絶縁膜は、反射率を高くするために、屈折率の低い材料であるSiO<sub>2</sub>からなることが好ましい。

【0008】 上記絶縁膜の膜厚は、その絶縁膜を精度良くパターンニングするために、3μm以下であることが好ましい。

【0009】 上記反射層の膜厚は、0.05μm～1μmの範囲に設定されたことが好ましい。

【0010】 上記絶縁膜は開口部を有し、その開口部を介して上記オーミック電極と上記反射層とが電氣的に接続されていてもよい。このようにすると、上記反射層の表面にパッド電極を形成することができる。この場合、上記パッド電極は上記開口部の上に位置することが好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】 以下、図面を参照しながら本発明に係る実施の形態の窒化物半導体発光素子について説明する。本発明に係る実施の形態1の窒化物半導体発光素子は、図1及び図2に示すように、例えば、サファイアからなる基板10上に、バッファ層11を介してn側の窒化物半導体層20、活性層30、p側の窒化物半導体層40を順次成長させ、n側及びp側の電極を形成することにより構成されている。ここで、本実施の形態の窒

化物半導体発光素子では、特に、p側の窒化物半導体層40（p型コンタクト層42）上のほぼ全面に透光性のp側オーミック電極53を形成し、さらにそのオーミック電極53の上に絶縁膜2を介して覆うように、Al又はAgからなる反射層1を形成したことを特徴とし、これにより、p側における反射率を向上させることを可能にし、基板側又は基板側面から出力される光の取り出し効率を向上させている。尚、本実施の形態の窒化物半導体発光素子において、n側の電極は従来と同様、p側の窒化物半導体層40及び活性層30の一部を除去して露出させたn側の窒化物半導体層20（n型コンタクト層21）上に形成している。

【0012】以下、本実施の形態の窒化物半導体発光素子の構成及び製造方法について詳細に説明する。本実施の形態において、窒化物半導体発光素子の半導体積層構造は、以下のように構成する。すなわち、サファイア基板10上に、低温バッファ層であるAlGaIn層11、SiドープのGaInからなり、n電極が形成されるn型コンタクト層21（例えば、厚さ約2 $\mu$ m）、n型AlGaInからなるn型クラッド層22、ノンドープのInGaIn井戸層を含む（例えば、厚さ約30Å）単一又は多重量子井戸構造の発光層30、p型AlGaInからなるp型クラッド層41、MgがドープされたGaInからなるp型コンタクト層42（例えば、厚さ約1200Å）を順に成膜する。

【0013】また、電極構造は以下のように構成する。本実施の形態の窒化物半導体発光素子において、n側のオーミック電極51は従来と同様、p側の窒化物半導体層40及び活性層30の一部を除去して露出させたn側の窒化物半導体層20（n型コンタクト層21）上に形成する。尚、本実施の形態の窒化物半導体発光素子では、図1に示すように、矩形の窒化物半導体発光素子の1つの隅部において、扇形にp側の窒化物半導体層40及び活性層30をn型コンタクト層21の表面を露出させるようにエッチングにより除去してその露出させたn型コンタクト層21の表面にn側のオーミック電極51を形成し、その上にパッド電極52を形成している。また、n側のオーミック電極51は厚さ100ÅのTi層と厚さ5000ÅのAl層の2層で構成することにより、n型の窒化物半導体からなるn型コンタクト層21と良好なオーミック接触を得ることができる。また、n側のオーミック電極51では、Ti層に代えてW層を形成することもできる。

【0014】本実施の形態の窒化物半導体発光素子において、p側のオーミック電極53は、p型コンタクト層42のほぼ全面に透光性を有するように形成される。このp側のオーミック電極53は、例えば、厚さ100ÅのNi層と厚さ100ÅのAu層の2層で構成することができ、このように構成することによりp型コンタクト層42とオーミック接触可能で、かつ透光性を有するp

側のオーミック電極53を形成することができる。また、p型コンタクト層42とオーミック接触可能でかつ透光性を有するp側のオーミック電極53としては、上述のNi-Au電極のほか、Ni-Pt電極、Co-Au電極を用いることもできる。

【0015】また、透光性絶縁膜2は、窒化物半導体発光素子全体を覆うように形成され、n側のオーミック電極51の上に開口部2aを有し、n側のオーミック電極51と対角をなす隅部におけるp側のオーミック電極53上に開口部2bを有している。この透光性絶縁膜2は、少なくとも発光波長に対して透明であることを特徴とし、例えば、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiN、TiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>等で構成することができる。また、この透光性絶縁膜2の材料として、特に好ましいものはSiO<sub>2</sub>とTiO<sub>2</sub>であり、これは上記例示した材料の中でも特に反射率を高くできるからである。さらに最も好ましいものはSiO<sub>2</sub>である。この理由は最も反射率が高くできるということだけではなく、安定性に優れているので信頼性を高くできるからである。また、透光性絶縁膜2の膜厚は、発光波長以上、3 $\mu$ m以下の範囲に設定することが好ましく、発光波長以上とすることで、反射層との境界で高い反射が実現でき、また、3 $\mu$ m以下にすることで、透光性絶縁膜をリフトオフにより形成することが容易になり、歩留まりを向上させることができる。

【0016】さらに、本実施形態の窒化物半導体発光素子において、反射層1はAl、Ag又はRhからなり、透光性絶縁膜2を介してp側のオーミック電極53を覆うように形成される。ここで、反射層1は、開口部2bにおいてp側のオーミック電極53と電気的に接続されている。反射層1の膜厚は、0.05 $\mu$ m～1 $\mu$ mの範囲に設定することが好ましく、より好ましくは、0.1 $\mu$ m～0.3 $\mu$ mの範囲に設定する。反射層1の膜厚が0.3や1 $\mu$ mより厚くなっても反射に関する効果には変化はないが、製造コストが高くなる。また、反射層1の膜厚が0.05 $\mu$ mより薄いと反射率が低くなるからであり、0.1 $\mu$ m以上であるとより良好な反射特性が得られる。

【0017】また、n側のパッド電極52及びp側のパッド電極54は、例えば、Ni層を1000Åの厚さに形成した上にAu層を6000Åの厚さに形成することにより共通の材料で構成することができる。ここで、n側のパッド電極52は、開口部2aを介してn側のオーミック電極51と電気的に導通するようにn側のオーミック電極51の直上に形成され、p側のパッド電極54は反射膜1の表面に開口部2bの上に位置するように形成される。

【0018】以上のように構成された窒化物半導体発光素子は、透光性オーミック電極53、透光性絶縁膜2及び反射層1により、後述するように反射率の高い反射構造が構成されるので、例えば、基板側又は発光素子の側

10

20

30

40

50

面等の所望の方向に効率良く光を取り出すことができる。

【0019】次に、本実施の形態の窒化物半導体発光素子の製造方法について説明する。

ステップ1. 本方法ではまず、サファイア基板（サファイアウエハ）10上に、それぞれ窒化物半導体からなる低温バッファ層11、n型コンタクト層21、n型クラッド層22、発光層30、p型クラッド層41、p型コンタクト層42を順に成膜し、各素子ごとに、n型コンタクト層21の表面を露出させる部分を除いてマスク5

5を形成する（図3）。  
ステップ2. 次に、マスク55が形成されていない部分をn型コンタクト層21の途中までエッチングで除去することにより、各素子ごとに、n型コンタクト層21の表面を露出させた後（図4）、マスク55を除去する（図5）。

【0020】ステップ3. 次に、例えば、厚さ100ÅのNi層と厚さ100ÅのAu層の2層からなる電極膜53aを形成して（図6）、マスク56を用いてエッチングによりパターンニングすることにより（図7、図

8）、p型コンタクト層42とオーミック接触するp側のオーミック電極53を各p型コンタクト層42上のほぼ全面に形成する。

ステップ4. そして、各素子に対応して露出させたn型

コンタクト層21の表面にそれぞれn側のオーミック電極51を形成して（図9）、各素子全体を覆うようにSiO<sub>2</sub>からなる透光性絶縁膜2を形成する（図10）。  
【0021】ステップ5. 次に、透光性絶縁膜2において、n側のオーミック電極51の上に開口部2aを形成し、各素子のn側のオーミック電極51と対角をなす隅部に開口部2bを形成して、開口部2bにおいてp側のオーミック電極53と接続されるように透光性絶縁膜2を介してp側のオーミック電極53を覆う反射層1を形成する（図11）。

ステップ6. 次に、Ni層を1000Åの厚さに形成しその上にAu層を6000Åの厚さに形成して、パターンニングすることにより、n側のパッド電極52は開口部2aを介してn側のオーミック電極51と電気的に導通するように、p側のパッド電極54は反射膜1の表面に開口部2bの上に位置するように形成する。以上のようにして、p側に透光性のオーミック電極53、透光性絶縁膜2及び反射層2が積層された反射構造を有する窒化物半導体発光素子を作製できる。

【0022】以上のように構成された実施の形態の窒化物半導体発光素子は、上述のように構成された反射構造を有しているので、例えば、基板側から光を出力する際に取り出し効率を高くできる。図13は、本発明に係る反射構造の反射特性の波長依存性を示すグラフである。図13において、L1～L3はいずれも本発明に係る反射構造における、SiO<sub>2</sub>膜と反射膜との界面での反射

特性を示しており、L1は反射層としてA1を用いて構成した反射構造R1の反射特性であり、L2は反射層としてAgを用いて構成した反射構造R2の反射特性であり、L3は反射層としてRhを用いて構成した反射構造R3の反射特性である。また、図13のL4は比較のために示したものであって、p型窒化物半導体層の上に従来のNi/Auからなるオーミック電極のみを形成することにより構成した従来の電極構造における、p型窒化物半導体層とオーミック電極との界面における反射率を示している。

【0023】図13に示す結果から、次のことがわかる。第1に、図13に示すように、波長約350nm～530nmの間では、本発明に係る反射構造は従来例の電極構造に比較して反射率が高くできるので、窒化物半導体を用いて構成された比較的波長の短い黄色から青色の光を発光することができる発光ダイオードにおける反射構造として特に適している。また、図13に示すように、反射層としてA1を用いて構成した本発明に係る反射構造R1は、反射層としてAg及びRhを用いた本発明に係る反射構造R2、R3に比較して波長約350nm～430nmの間で反射率を高くできるので、窒化物半導体を用いて構成されたより波長の短い紫外光～青色の光を発光する発光ダイオードの反射構造として、特に適している。さらに、図13に示すように、反射層としてAgを用いて構成した本発明に係る反射構造R2は、反射層としてA1及びRhを用いた本発明に係る反射構造R1、R3に比較して波長約430nm以上で反射率を高くできるので、青色～黄色の光を発光する発光ダイオードの反射構造として、特に適している。

【0024】また、図14～図16にそれぞれ反射構造R1、R2、R3において光の入射角を変化させたときの反射特性を示している。ここで、図14～図16におけるL11、L21、L31は入射角20度の時の反射特性であり、図14～図16におけるL12、L22、L32は入射角40度の時の反射特性であり、図14～図16におけるL13、L23、L33は入射角60度の時の反射特性である。また、図17は従来の電極構造における、入射角が20度の場合（L41）、入射角が40度の場合（L42）、入射角が60度の場合（L43）、の各反射特性を示している。図14～図16から、本発明に係る反射構造は入射角にほとんど依存しないことがわかる。ここで、本検討において、p側オーミック電極の膜厚は、0.02μmとし、SiO<sub>2</sub>膜2の膜厚は、0.5μmとし、反射層1の膜厚は、0.2μmとした。

【0025】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明に係る発光素子は、半導体層とその半導体層とオーミック接触するオーミック電極とを備えた発光素子において、上記透光性オーミック電極の上に透光性絶縁膜を介して

反射層により覆うことにより構成された反射構造を備え、その反射層はA1、Ag及びRhからなる群から選択された1つにより構成されているので、上記反射層によって光を反射させて、所望の方向に光を効率よく出射させることができ、発光した光を効率よく出射できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る実施の形態の窒化物半導体発光素子の構成を示す平面図である。

【図2】 図1のA-A'線についての断面図である。

【図3】 実施の形態の製造方法における、n型コンタクト層21の表面を露出させるエッチング前の断面図である。

【図4】 実施の形態の製造方法における、n型コンタクト層21の表面を露出させるエッチング後の断面図である。

【図5】 図4のエッチング後にマスク55を除去した後の断面図である。

【図6】 p側オーミック電極を形成するための電極膜53aを形成した後の断面図である。

【図7】 電極膜53aの上にマスク56を形成した後の断面図である。

【図8】 マスク56を用いてエッチングした後(p側のオーミック電極53を各p型コンタクト層42上のほぼ全面に形成した後)の断面図である。

【図9】 n型コンタクト層21の表面にn側のオーミック電極51を形成した後の断面図である。

【図10】 各素子全体を覆うようにSiO<sub>2</sub>からなる透光性絶縁膜2を形成した後の断面図である。

【図11】 反射層1を形成した後の断面図である。

【図12】 n側のパッド電極52とp側のパッド電極54とを形成した後の断面図である。

\*

\*【図13】 本発明に係る反射構造の反射特性の波長依存性を示すグラフである。

【図14】 本発明に係る反射構造R1において、光の入射角を変化させたときの反射特性を示すグラフである。

【図15】 本発明に係る反射構造R2において、光の入射角を変化させたときの反射特性を示すグラフである。

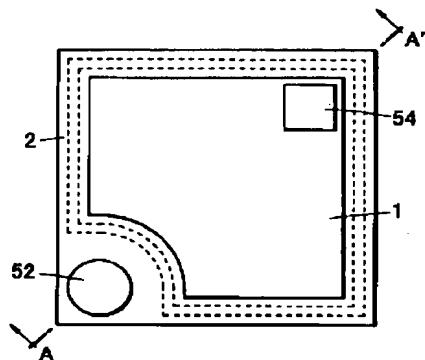
【図16】 本発明に係る反射構造R3において、光の入射角を変化させたときの反射特性を示すグラフである。

【図17】 従来の電極構造における反射特性を示すグラフである。

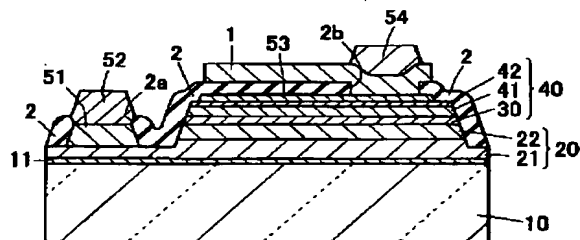
【符号の説明】

1…反射層、  
2…絶縁膜、  
2a…開口部、2b…開口部、  
10…基板、  
11…バッファ層、  
20…n側の窒化物半導体層、  
21…n型コンタクト層、  
22…n型クラッド層、  
30…活性層、  
40…p側の窒化物半導体層、  
41…p型クラッド層、  
42…p型コンタクト層、  
51…n側のオーミック電極、  
52、54…パッド電極、  
53…p側オーミック電極、  
53a…電極膜、  
55、56…マスク。

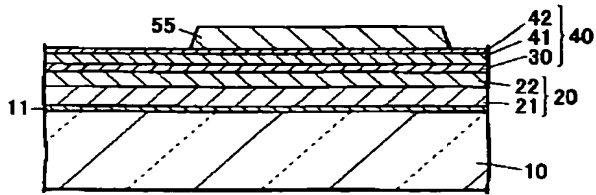
【図1】



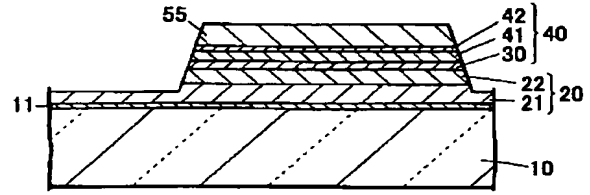
【図2】



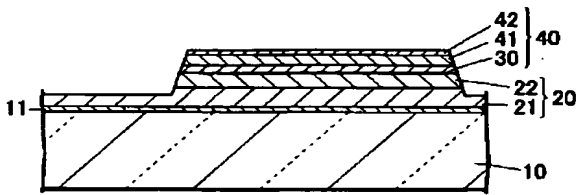
【図3】



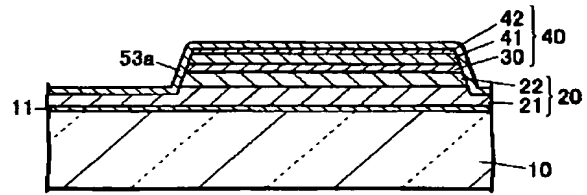
【図4】



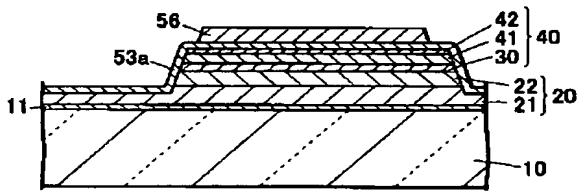
【図5】



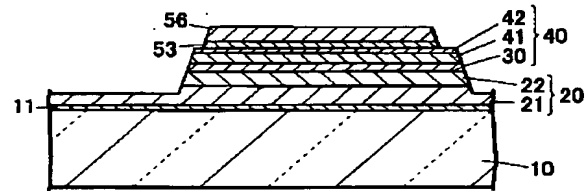
【図6】



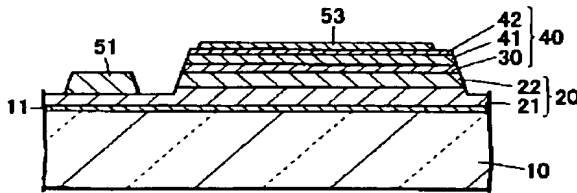
【図7】



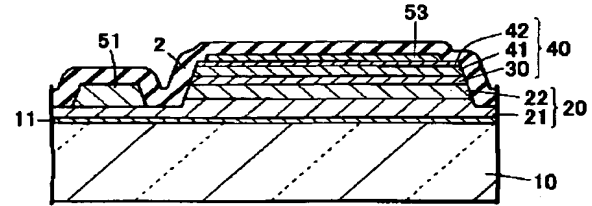
【図8】



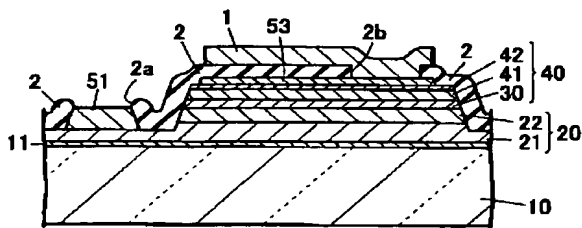
【図9】



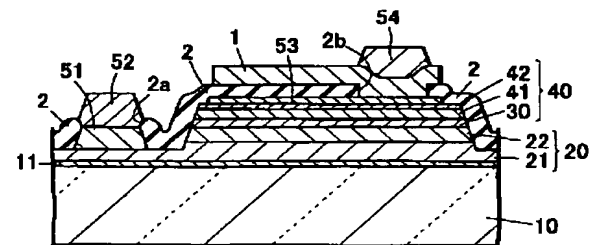
【図10】



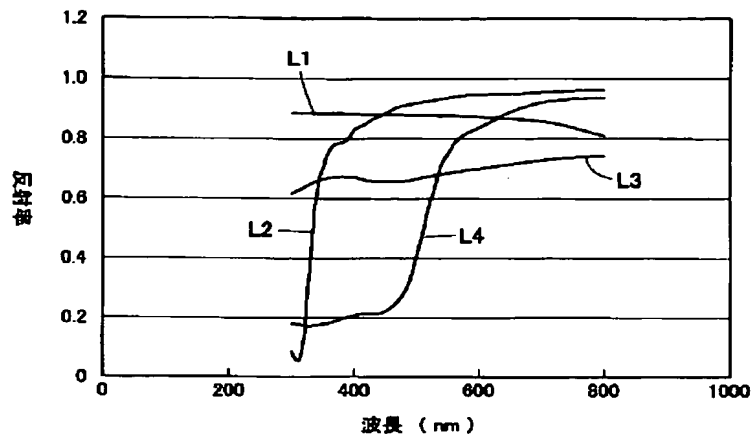
【図11】



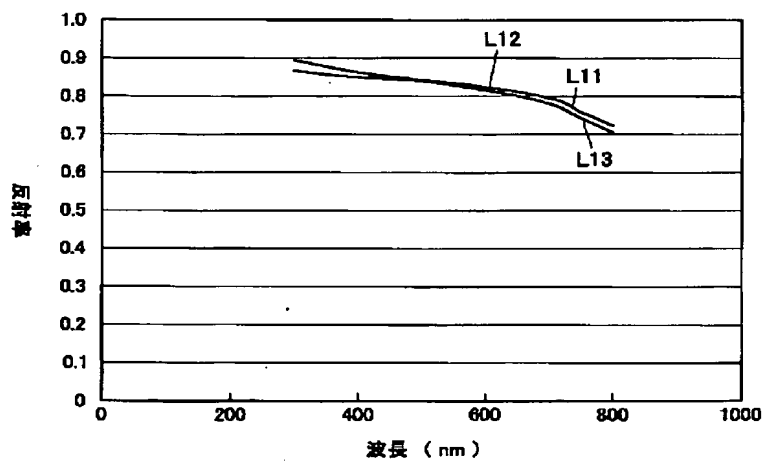
【図12】



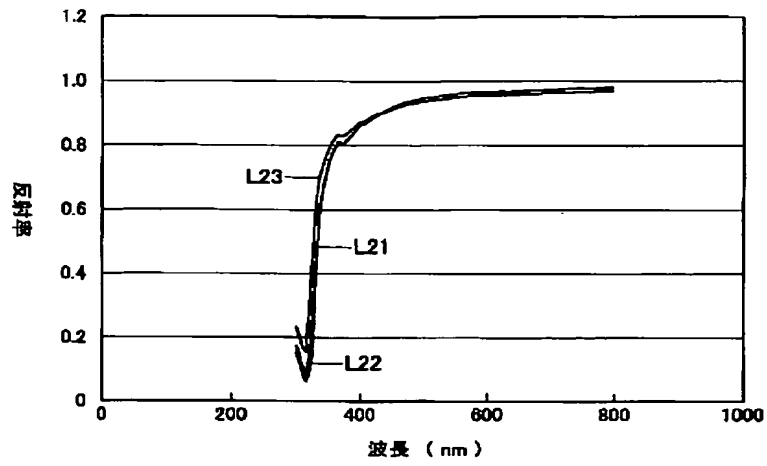
【図13】



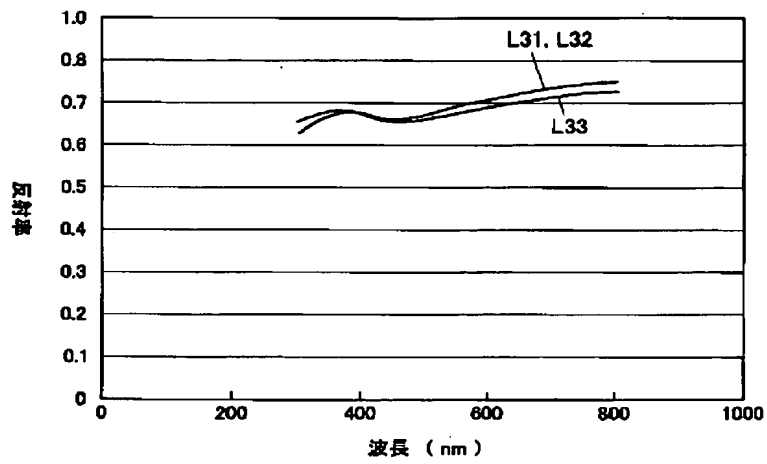
【図14】



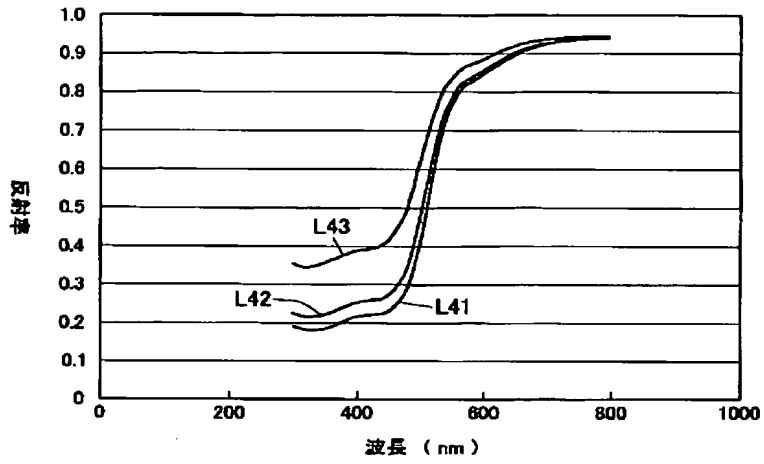
【図15】



【図16】



【図17】



---

フロントページの続き

(72)発明者 塩路 修司  
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日垂化  
学工業株式会社内

Fターム(参考) 5F041 AA03 CA05 CA13 CA40 CA46  
CA82 CA88 CA92 CB15